

Cited Ref. 3

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-299980

(43)Date of publication of application : 30.10.2001

(51)Int.Cl.

A63B 71/06

G10H 1/00

G10H 1/40

(21)Application number : 2000-120948

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 21.04.2000

(72)Inventor : HAJIMA KAZUO

OSUGA MIEKO

SAKAGUCHI TAKASHI

HIRASAWA HIROSUKE

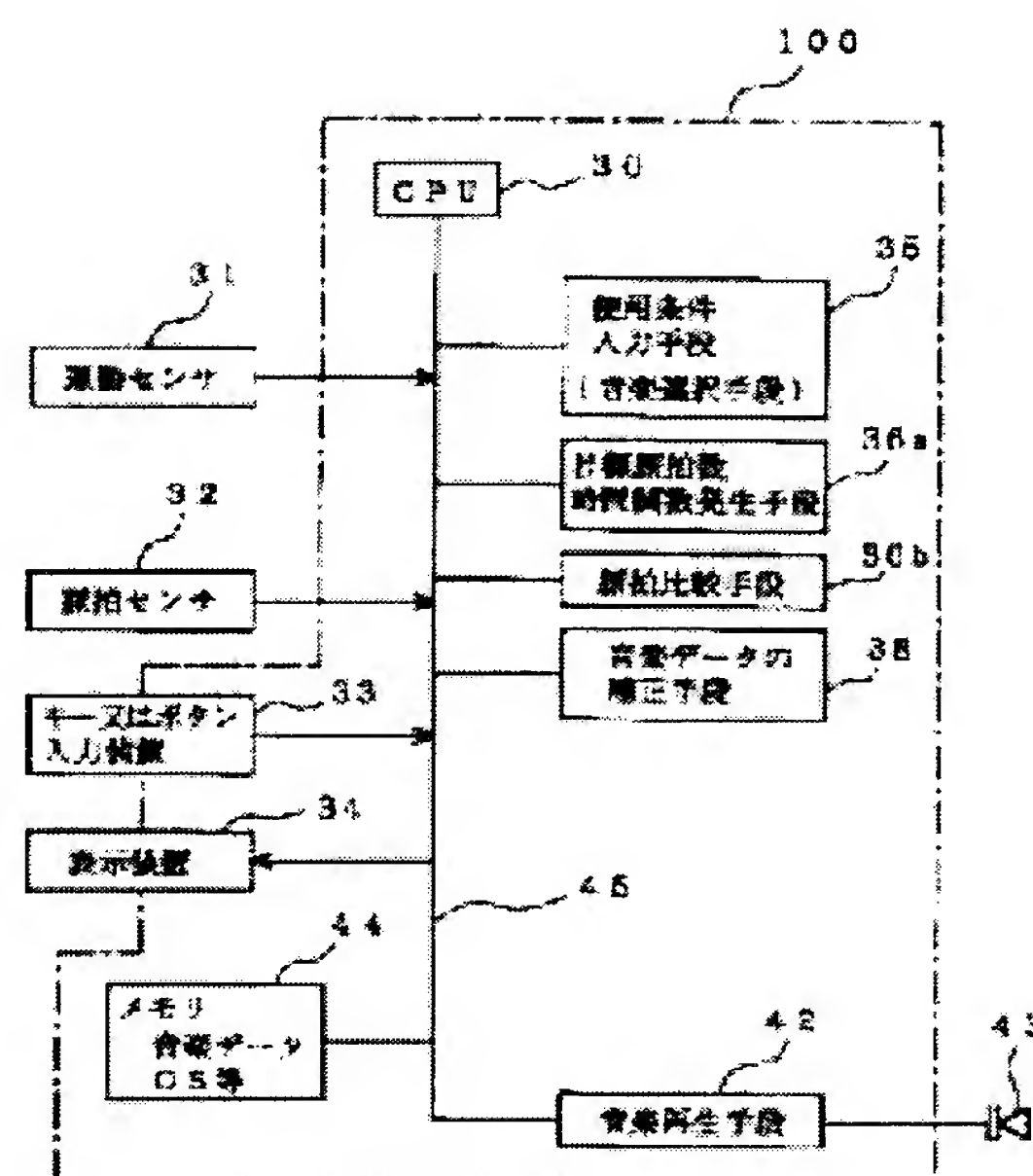
MIYAKE YOSHIHIRO

## (54) MOTION SUPPORT DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate a malfunction such as being unenjoyable even in use due to being an uninteresting electronic sound in a tempo sound and being unusable at warm-up and cool down time without adjusting the pulse number by adjusting a motion quantity of a user by quickening and delaying a tempo of motion outputted from a built-in oscillator on the basis of a difference between the pulse number of the user and the target pulse number in a conventional motion support device.

SOLUTION: This motion support device is provided with a motion sensor 31 for detecting the tempo  $W_h(t)$  of the motion performed by the user and a tempo correction quantity operation means 38a for correcting the tempo of this motion on the basis of a difference  $\Delta H$  between the pulse number  $HB(t)$  of the user and the target pulse number  $HB_d(t)$  to reproduce music by correcting prestored music data to the tempo. The user can more enjoyably and comfortably control the stable pulse number suitable for promoting health by moving according to a corrected music tempo  $W_m(t)$ .



(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
A 6 3 B 71/06		A 6 3 B 71/06	K 5 D 3 7 8
G 1 0 H 1/00	1 0 2	G 1 0 H 1/00	1 0 2 Z
1/40		1/40	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21)出願番号	特願2000-120948(P2000-120948)	(71)出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22)出願日	平成12年4月21日(2000.4.21)	(72)発明者	羽島 一夫 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内
		(72)発明者	大須賀 美恵子 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内
		(74)代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 運動支援装置

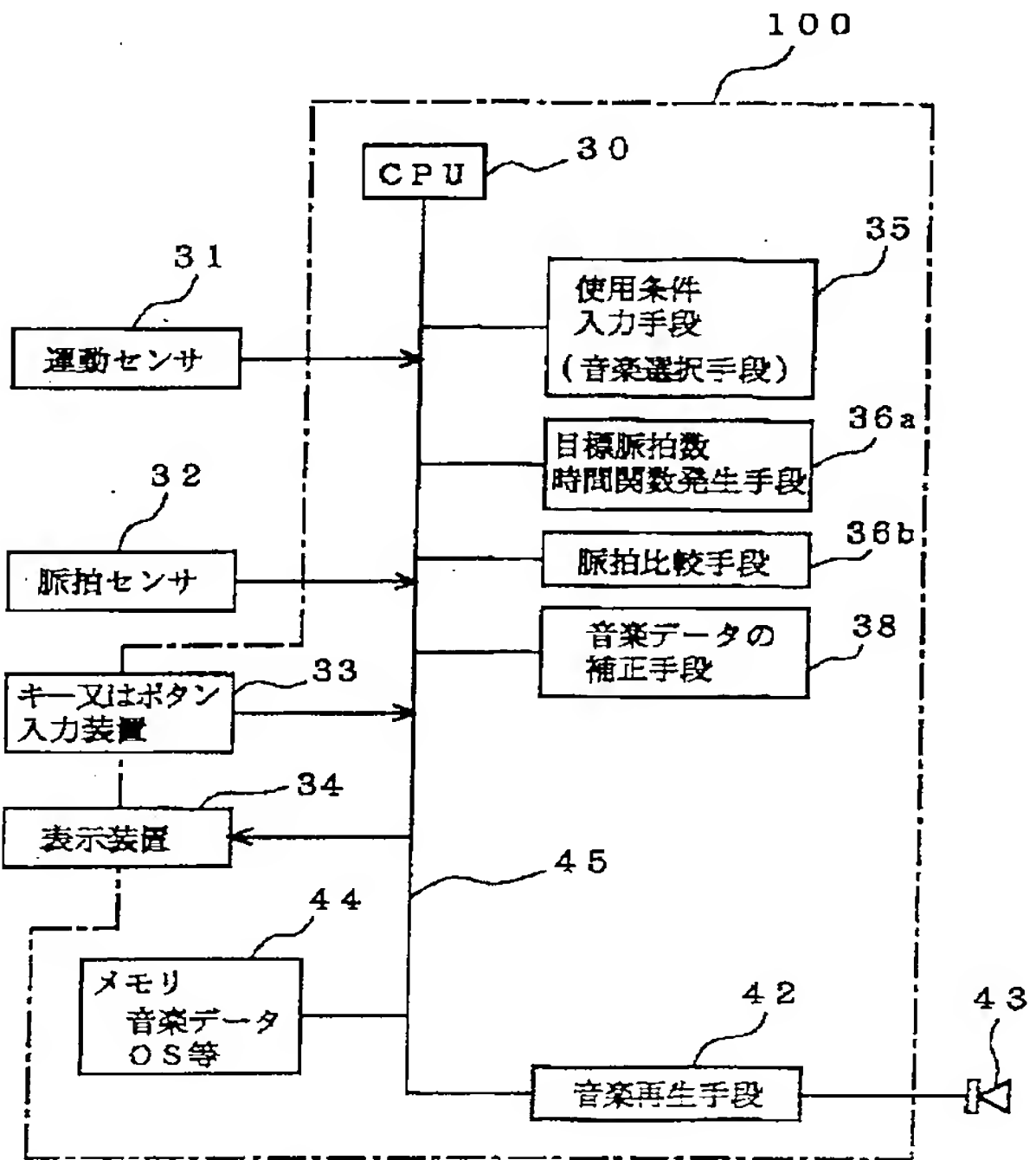
(57)【要約】

【課題】 従来の運動支援装置は、使用者の脈拍数と目標脈拍数との差にもとづいて内蔵する発振器から出力する運動のテンポを速めたり、遅くしたりして使用者の運動量を調節することにより脈拍数を調整していた。テンポ音は無味乾燥な電子音であり使用していても楽しくなく、また、ウォームアップやクールダウン時には使用出来ないなどの不具合があった。

【解決手段】 使用者が行っている運動のテンポ $W_h(t)$

( $t$ )を検出する運動センサ31と、この運動のテンポを、使用者の脈拍数 $H_B(t)$ と目標脈拍数 $H_Bd(t)$

( $t$ )との差 $\Delta H$ にもとづいて補正するテンポ補正量演算手段38aを備え、予め記憶している音楽データを上記テンポに修正して音楽を再生する。使用者は修正された音楽のテンポ $W_m(t)$ に合わせて運動することにより、より楽しく、快適に健康増進に適した安定した脈拍数の制御が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 使用者の運動動作に同期する運動テンポを検出する運動センサと、  
前記使用者の脈拍を検出して脈拍数を出力する脈拍センサと、  
少なくとも運動の強度を含む使用条件を入力する使用条件入力手段と、  
前記使用条件にもとづき、前記使用者の目標脈拍数の時間変化を作成する目標脈拍数時間関数発生手段と、  
予め記憶した少なくとも 1 つの音楽データと、  
前記目標脈拍数と前記使用者の現在の脈拍数とを比較し、その差にもとづく補正值を出力する脈拍比較手段と、  
前記運動テンポを前記補正值で補正したテンポを演算するテンポ補正量演算手段と、  
前記補正したテンポにもとづき、前記音楽データを補正する音楽データ補正手段と、  
前記補正された音楽データにより前記音楽を再生する再生手段とを備えたことを特徴とする運動支援装置。

【請求項 2】 使用者の運動動作に同期する運動テンポ  $W_h(t)$  を検出する運動センサと、  
前記使用者の脈拍を検出して脈拍数を出力する脈拍センサと、  
少なくとも運動の強度を含む使用条件を入力する使用条件入力手段と、  
前記使用条件にもとづき、前記使用者の目標脈拍数の時間変化を作成する目標脈拍数時間関数発生手段と、  
予め記憶した少なくとも 1 つの音楽データと  
前記目標脈拍数と前記使用者の現在の脈拍数とを比較し、その差にもとづく補正值  $\Delta H$  を出力する脈拍比較手段と、  
前記運動テンポを所定の定数を  $E$ 、 $F$  として前記補正值で補正し、補正值  $W_m'(t) = E \cdot (W_h(t) + F \cdot \Delta H(t))$  を求めるテンポ補正量演算回路と、  
前記補正值  $W_m'(t)$  と前記音楽データの本来のテンポ  $T_x$  とを、重み付け係数を 0 から 1 の数、 $\alpha$  として  $W_m''(t) = \alpha \cdot T_x + (1 - \alpha) \cdot W_m'(t)$  に基づき重み付け加算して決定した  $W_m''(t)$  にもとづき前記音楽データのテンポを補正する重み付け補正手段と、  
前記補正された音楽データを再生する音楽再生手段とを備えたことを特徴とする運動支援装置。

【請求項 3】 使用者が重み付け係数  $\alpha$  を任意の値に調整可能な重み付け係数設定器を備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の運動支援装置。

【請求項 4】 重み付け係数は、あらかじめ定めたパターンに従い、自動的に変化させるものであることを特徴とする請求項 2 に記載の運動支援装置。

【請求項 5】 補正した音楽テンポを、もとの音楽テンポの所定倍数以内に制限するテンポ補正量制限回路を備

えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の運動支援装置。

【請求項 6】 使用者の運動動作に同期する運動テンポ  $W_h(t)$  を検出する運動センサと、  
前記使用者の脈拍を検出して脈拍数を出力する脈拍センサと、  
少なくとも運動の強度を含む使用条件を入力する使用条件入力手段と、  
前記使用条件にもとづき、前記使用者の目標脈拍数の時間変化を作成する目標脈拍数時間関数発生手段と、  
予め記憶した少なくとも 1 つの音楽データと  
前記目標脈拍数と前記使用者の現在の脈拍数とを比較し、その差にもとづく補正值  $\Delta H$  を出力する脈拍比較手段と、  
前記運動テンポを所定の定数を  $E$ 、 $F$  として前記補正值で補正し、補正值  $W_m'(t) = E \cdot (W_h(t) + F \cdot \Delta H(t))$  を求めるテンポ補正量演算回路と、  
前記補正值  $W_m'(t)$  と前記音楽データの本来のテンポ  $T_x$  とを、所定の係数を  $\beta$ 、 $k$  として  $W_m''(t) = W_m'(t) + k(\beta \cdot T_x - W_m'(t))$  に基づき前記音楽データのテンポを決定する補正手段と、  
前記決定されたテンポにより前記音楽データを再生する音楽再生手段とを備えたことを特徴とする運動支援装置。

【請求項 7】 少なくとも 1 つの MIDI データ形式の音楽データと、  
前記音楽データの音譜の出力タイミングと使用者の運動の動作タイミングとの時間差を前記音楽データのテンポに対する運動の位相として検出する運動位相検出手段と、  
前記使用者の脈拍を検出して脈拍数を出力する脈拍センサと、  
少なくとも運動の強度を含む使用条件を入力する使用条件入力手段と、  
前記使用条件にもとづき、前記使用者の目標脈拍数の時間変化を作成する目標脈拍数時間関数発生手段と、  
前記目標脈拍数と前記使用者の現在の脈拍数とを比較し、その差にもとづく補正值を出力する脈拍比較手段と、  
前記 MIDI データ形式の音楽データの位相またはテンポを前記補正值で補正する位相補正量演算手段と、  
前記補正された音楽データにより前記音楽を再生する再生手段とを備えたことを特徴とする運動支援装置。

【請求項 8】 携帯電話機能を備えた電子機器の筐体内に収容されたことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の運動支援装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、運動としての歩行やジョギング、その他のリズムカルな運動を支援し、



体脂肪燃焼効率を高めて、より健康に、楽しく、安全に運動を行うための運動支援装置の改良に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】スポーツマンであるか否かに係わりなく、多くの人に運動としての歩行、ジョギング、また室内で行うトレッドミル運動、ステッパー、スカイウォーカーなど、健康を維持または増進させるための各種の運動が行われている。専門的にスポーツを行う人の場合、スポーツジム等では健康を管理する技術を習得した専門家（インストラクター）がいるが、スポーツマンと言えない素人、子供、一般の人が、個人的に自宅の周辺で運動を行うケースでは、自己管理する以外に方法がない。そして、しばしば、急な又は過激な運動によるとしか考えられない事故が報道され、健康増進のための運動のレベルを管理することの必要性が説かれている。

【0003】しかし、人の健康状態はその日の体調や、精神状態によって影響を受ける上、気温や湿度、日射や風の有無など戸外の環境変化によっても影響されるので、どの程度の運動であれば健康増進に役立ち、どの程度なら危険なのかという判断は素人にはなかなか難しいものである。このような観点から発明された運動支援装置の例として、特開昭61-953号公報に開示されたランニングペースメーカーなる器具を図11、図12に示す。これは使用者が容易にあらかじめ設定する一定のペースを採ることが出来るとともに、脈拍を計測してこれが所定の上限を越える、または所定の下限を下回る場合には、自動的に前記ペースを下げまたは上げて、常に安全に運動が行えるようにしたものである。

【0004】図11はその電気回路のブロック図、図12は外観および使用状態を示す図である。図に於いて、1はランニングペースメーカーの本体、2は設定した速さのペース信号を発するペース信号発生手段（可変周波数発振回路）、3はそのペース信号をスピーカ24から音として、または表示して知らせるペース指示手段である。4は脈拍検出手段で体に取り付ける検知器6とその信号を増幅する増幅器7とから成る。表示手段5は脈拍検出手段4の検出する脈拍数、または、前記ペース信号のいずれかを計数する計数手段14とその計数値を表示する表示手段15とから成る。

【0005】17は脈拍数設定手段、18は設定された基準脈拍数と前述の検出した脈拍数とを比較し、両者の偏差に応じた出力信号を出力する脈拍比較手段（デジタルコンパレータ）である。脈拍数設定手段17は脈拍下限値設定用ダイヤル21と脈拍上限値設定用ダイヤル22とを備えている。

【0006】次に動作と使用法を説明する。電源オン・オフその他、動作原理上当然またはあまり細部にわたると思われる説明は省略する。ランニング開始前に、ペースメーカー1を図12のように手首に装着し、キャップ1

0を指にはめる。これで脈拍数が計測され表示される。使用者はこれを見て自己の健康状態をチェック、確認する。次に脈拍下限値設定用ダイヤル21と脈拍上限値設定用ダイヤル22とを操作して、その者の体調から、許容される脈拍数の上下限を設定する。次にペース信号発生手段2に所望するペースを設定すると、スピーカ24から、ピッ、ピッ…の如きペース音が発せられるので、これに合わせて走ればよい。

【0007】また、走っているときに脈拍数が上限値を越えると、脈拍比較手段18の出力によってペース信号発生手段2の出力ペースが減少する。また、走っているときに脈拍数が下限値を下回ると、脈拍比較手段18の出力によってペース信号発生手段2の出力ペースが増加し、設定した脈拍数に近づくよう、出力するペースが制御されて運動量が制御される。

【0008】このようにして、ランニングペースメーカーは、定常状態に入った運動のペースを一定に保つ上で有用である。しかし、良く知られているとおり運動の開始前と終了後に準備運動を行って、ゆるやかに運動を開始・終了させることが重要である。運動における心臓麻痺などの事故は、運動の開始直後の肉体的負荷の急変時、あるいは、運動の終了時の負荷の急変時に発生する例が多いのに、前述した従来の装置構成では、前述のような過渡時には対応することが出来ないという根本的な問題がある。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の運動支援装置は以上のように構成されていたので、下記のような問題点があった。

1) 使用者の脈拍数しか検出していないので、制御が遅れて過負荷のペースを発生しやすく、健康上好ましくない。また、人によっては指示ペースど通りに運動しても脈拍数が定常値に安定しない。

2) 出力が無味乾燥な電子音なので、楽しさに欠けている。

【0010】3) 運動開始時、運動終了時の運動量の過渡時に、運動量を徐々に高め、徐々に低減するようなウォーミングアップとクールダウンに対応する健康上必要なペース変化を指示することが出来ない。

4) 運動が定常状態に入った後しか使用効果がなく使用効率が低い。

【0011】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、脈拍数を極めて安定に制御でき、使用して楽しい運動しえん装置を提供することを目的とする。また、ウォーミングアップとクールダウンに対応する健康上必要なペース変化を指示することが出来る運動支援装置を提供することを目的とする。また、運動の開始前から終了後までの運動量の過渡時も含めて、有用に使用でき、使用効率が高い運動支援装置を提供することを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】この発明の運動支援装置は、使用者の運動動作に同期する運動テンポを検出する運動センサと、使用者の脈拍を検出して脈拍数を出力する脈拍センサと、少なくとも運動の強度を含む使用条件を入力する使用条件入力手段と、使用条件にもとづき、使用者の目標脈拍数の時間変化を作成する目標脈拍数時間関数発生手段と、予め記憶した少なくとも1つの音楽データと、目標脈拍数と使用者の現在の脈拍数とを比較し、その差にもとづく補正値を出力する脈拍比較手段と、運動テンポを補正値で補正したテンポを演算するテンポ補正量演算手段と、補正したテンポにもとづき、音楽データを補正する音楽データ補正手段と、補正された音楽データにより音楽を再生する再生手段とを備えたものである。

【0013】また、使用者の運動動作に同期する運動テンポ $W_h(t)$ を検出する運動センサと、使用者の脈拍を検出して脈拍数を出力する脈拍センサと、少なくとも運動の強度を含む使用条件を入力する使用条件入力手段と、使用条件にもとづき、使用者の目標脈拍数の時間変化を作成する目標脈拍数時間関数発生手段と、予め記憶した少なくとも1つの音楽データと目標脈拍数と使用者の現在の脈拍数とを比較し、その差にもとづく補正値 $\Delta H$ を出力する脈拍比較手段と、運動テンポを所定の定数 $E$ 、 $F$ と補正値で補正し、補正値 $W_m'(t) = E \cdot (W_h(t) + F \cdot \Delta H(t))$ を求めるテンポ補正量演算回路と、補正値 $W_m'(t)$ と前記音楽データの本来のテンポ $T_x$ とを、重み付け係数を0から1の数、 $\alpha$ として $W_m''(t) = \alpha \cdot T_x + (1 - \alpha) \cdot W_m'(t)$ に基づき重み付け加算して決定した $W_m''(t)$ にもとづき前記音楽データのテンポを補正する重み付け補正手段と、補正された音楽データを再生する音楽再生手段とを備えたものである。

【0014】また、使用者が重み付け係数 $\alpha$ を任意の値に調整可能な重み付け係数設定器を備えたものである。

【0015】また、重み付け係数は、あらかじめ定めたパターンに従い、自動的に変化させるものである。

【0016】また、補正した音楽テンポを、もとの音楽テンポの所定倍数以内に制限するテンポ補正量制限回路を備えたものである。

【0017】また、使用者の運動動作に同期する運動テンポ $W_h(t)$ を検出する運動センサと、前記使用者の脈拍を検出して脈拍数を出力する脈拍センサと、少なくとも運動の強度を含む使用条件を入力する使用条件入力手段と、前記使用条件にもとづき、前記使用者の目標脈拍数の時間変化を作成する目標脈拍数時間関数発生手段と、予め記憶した少なくとも1つの音楽データと前記目標脈拍数と前記使用者の現在の脈拍数とを比較し、その差にもとづく補正値 $\Delta H$ を出力する脈拍比較手段と、前記運動テンポを所定の定数 $E$ 、 $F$ と前記補正値で補正

し、補正値 $W_m'(t) = E \cdot (W_h(t) + F \cdot \Delta H(t))$ を求めるテンポ補正量演算回路と、前記補正値 $W_m'(t)$ と前記音楽データの本来のテンポ $T_x$ とを、所定の係数を $\beta$ 、所定の定数 $k$ として $W_m'''(t) = W_m'(t) + k(\beta \cdot T_x - W_m'(t))$ に基づき決定した $W_m'''(t)$ にもとづき前記音楽データのテンポを補正する補正手段と、前記補正された音楽データを再生する音楽再生手段とを備えたものである。

【0018】また、少なくとも1つのMIDI形式の音楽データと、音楽データの音譜の出力タイミングと使用者の運動の動作タイミングとの時間差を音楽データのテンポに対する運動の位相として検出する運動位相検出手段と、使用者の脈拍を検出して脈拍数を出力する脈拍センサと、少なくとも運動の強度を含む使用条件を入力する使用条件入力手段と、使用条件にもとづき、使用者の目標脈拍数の時間変化を作成する目標脈拍数時間関数発生手段と、目標脈拍数と使用者の現在の脈拍数とを比較し、その差にもとづく補正値を出力する脈拍比較手段と、MIDI形式の音楽データの位相またはテンポを前記補正値で補正する位相補正量演算手段と、補正された音楽データにより音楽を再生する再生手段とを備えたものである。

【0019】また、携帯電話機能を備えた電子機器の筐体内に收容されたものである。

## 【0020】

【発明の実施の形態】理解を助けるため、以下の説明で用いる「テンポ」、「運動のテンポ」について、下記のように定義する。

「テンポ」＝単位時間当たりの刺激の回数、慣習として速度とも言う。

「運動のテンポ」＝運動動作の単位時間当たりの動作回数。

「音楽の本来のテンポ」＝その音楽のもともとのテンポ（補正を行う以前のテンポ）。

【0021】実施の形態1. この発明の実施の形態1による運動支援装置の構成を説明するブロック図を図1に、また、その使用状態を図2に、その動作を信号の流れとして説明するための機能回路図を図3に、また、図3の動作を説明するための特性図を図4に示す。図1に於いて、30はこの運動支援装置の中央処理装置（以下CPU）で以下に説明する全ての装置や手段が、バス45を介して接続されている。31は運動センサで、例えば使用者の腰や腕、脚などに取り付けた加速度センサにより、運動による上下動や振動に同期した運動テンポ信号（タイミング信号）をピックアップする。32は脈拍センサで人の耳たぶ、腕、指などに装着して公知の技術により脈拍に同期したタイミング信号をピックアップする。

【0022】33は複数のキーまたは押しボタンと図示



しないインターフェースを含む入力装置である。34は表示装置で、少なくとも文字表示が可能な、例えばカラーまたはモノクロの液晶画面で構成されている。入力装置33と表示装置34は一体化されたものでもかまわない。35は使用条件入力手段で、例えばここで始める運動の強度、使用する音楽の曲名（又は種類）、継続予定時間、使用者個人の安静時の脈拍数などを入力する（入力する行為そのものは入力装置33で行ってもよい）。

【0023】36aは目標脈拍数時間関数発生手段であり、先に入力された使用条件にもとづき使用者の運動開始後から運動終了時点までの理想的な脈拍数の変化パターン（目標脈拍数時間関数）を作成し出力する。そのため図示しないが基準時計を内蔵している。36bは脈拍比較手段であり、目標脈拍数時間関数発生手段36aが出力する目標脈拍数 $HBd(t)$ と脈拍センサ32によって検出された現在の脈拍 $HB(t)$ とを常時比較し、その差に基づく補正值 $\Delta H$ を出力する。38は音楽データのテンポを補正する補正手段であり、テンポ補正量演算回路38aと、音楽データの補正回路38bを含むものである。38aは再生する音楽テンポの補正量を演算するテンポ補正量演算回路であり、後述する演算を行う。38bはテンポ補正量演算回路38aによって求めたテンポにもとづき、メモリから引き出した音楽データを、使用者に違和感を与えないよう、極めてゆっくりとして変化で、徐々に補正する音楽データ補正回路である。42は音楽再生手段であり補正された音楽データを再生する、43は説明の都合上、例として記載した発音器（イヤホン）である。

【0024】44はバス45に接続されたメモリ（具体的には、例えばフラッシュメモリ）であり、以上に説明した各手段や装置をソフト的に構成するプログラム、OS及び前述の音楽データなどが収納されている。100はこの運動支援装置の本体部分である。本体部分100の外側に記載しているものは使用者の身体または衣服の上に取り付けられ、本体100とはリード線または、図示しない無線伝送手段により接続されている。なお、電源は当然必要であるが図示していない。図2の使用状態説明図について説明する。図2は運動の例として屋外で\*

$$HBd(t) - HB(t) = \Delta H(t) \cdots (1) \quad (\text{図4e})$$

が脈拍比較回路36bにより演算される。

【0028】次に、音楽のテンポ補正量演算手段38aにより、この脈拍数の差 $\Delta H(t)$ がゼロとなる方向に使用者の運動テンポを補正するに要する補正值が、音楽\*

$$\begin{aligned} Wm(t) &= D \cdot Wh(t) + A \cdot \Delta H(t) \cdot Tx \\ &= D \cdot Wh(t) + A \cdot [HBd(t) - HB(t)] \cdot Tx \end{aligned} \quad \cdots (2)$$

ここで、 $0.5 \leq D \leq 2$  で、任意に設定可能である。例えば、Dが2であれば、運動の2倍のテンポの音楽となるが、音楽の種類によってはこの方が合わせやすいということもある（必ずしも運動テンポを2倍にする

\*のジョギングの状態を示し、運動支援装置の本体100と、運動ステップセンサ31を腰のバンドに、発音器（イヤホン）43と脈拍センサ32を耳に取り付けている。

【0025】次に動作について、図3の動作説明用の機能回路図にもとづき説明する。図3の44a~44nはメモリ44に収納されている複数の音楽データである。52は音楽データのなかから特定の一つを選択する音楽データ選択手段、53は選択された音楽データを示す。最初に使用条件入力手段35から（入力装置33を用いて）、たとえば以下の項目を入力するか、またはあらかじめ登録してある項目のなかから選択する。

a) ここで始める運動の強度、例えば「ウォーキング」、「ジョギング」、「スカイウオーカ」その他の種類、速い、遅い、普通など運動の程度。

b) この運動の継続予定時間、例えば1時間とか3時間など。

c) 使用する音楽の曲名、または、種類。

d) 安静時の自分の脈拍数。

【0026】目標脈拍数時間関数発生手段36aは、上記の入力項目をもとに、この使用者の目標脈拍数の運動開始時点から終了時点に至るまでの脈拍数の時間変化パターンを作成し、使用者が入力するスタート信号後の、経過時間に応じて変化する出力 $HBd(t)$ （図4a）を発生する。図示しないスタートボタンをオンすると、まず、選択された音楽がその音楽の本来の再生テンポ（ $Tx$ ）で再生されるので、使用者はその音楽に合わせて（音楽の選択が適切でなく音楽に合わせて運動することが難しい場合は、自分なりのペースで）運動を開始する。図4bは再生される音楽のテンポの変化を示している。

【0027】運動センサ31が使用者の運動テンポをパルス信号として検出し、これをもとに運動テンポ算出回路31aが運動のテンポ $Wh(t)$ を算出する（図4c）。次に、脈拍センサ32と脈拍数算出回路32aにより求められた脈拍数 $HB(t)$ （図4d）と、目標脈拍数 $HBd(t)$ との差

※のものとテンポ $Tx$ に $\Delta H(t)$ と所定の定数（A）とを乗じて算出され、この補正值が使用者の運動のテンポの所定倍数 $D \cdot Wh(t)$ に加算されて、補正された音楽のテンポ $Wm(t)$ が算出される。（図4f）

という意味ではない）。こうして決定された出力テンポ $Wm(t)$ により選択された音楽のデータ52が音楽データの補正回路38bにより補正され、補正されたテンポで音楽が再生される。このとき、曲の途中で急にテン

ポが大きく変わると違和感を覚えるので、時間をかけてゆっくり変化するように徐々に補正が行われる。即ち、早くとも1分間に20%程度以下の変化ペースでテンポが変更されることが好ましい。

【0029】Aは設定可能である。(2)式において、Aをゼロとすると現在の使用者の運動のテンポに音楽のテンポを合わせることが出来る。これをユーザテンポ制御と言い、使用者の運動のテンポに曲の方が合わせられるので、使用者は楽に(それが鍛練になるかどうかは別として)運動ができる。疲れているが運動を中止したくないときには、自分のペースで運動し、しかも曲に合わせた楽しい運動ができる。Aがゼロでないときは、Aの大きさに応じて運動を誘導する強さが増す。このような状態を誘導リズム制御と言う。使用者の脈拍数が目標脈拍数に追従する制御が行われ、最初に設定した運動の程度に応じた鍛練が実行できる。

【0030】音楽データの補正量演算回路38aによる補正について、理解を助けるため補正特性を図5に示す。図の横軸は目標脈拍数 $HBd(t)$ と脈拍数 $HB(t)$ との差 $\Delta H$ であり、ゼロは両者が一致している状態、プラスは $HBd(t) > HB(t)$ の状態、マイ\*

$$\begin{aligned} Wm(t) &= Wh(t) + A \cdot \Delta H(t) \cdot Tx \\ &= Wh(t) + A \cdot [HBd(t) - HB(t)] \cdot Tx \end{aligned}$$

により補正された出力のテンポ $Wm(t)$ がその音楽の本来のテンポ $Tx$ から、あまりにもかけ離れてしまうと、使用者は違和感をおぼえる。そこで図6に示すように、テンポ補正量制限回路45を設けて、常時 $Tx$ と $Wm(t)$ との比率を監視し、これが所定の範囲を越えると、それ以上の $Wm(t)$ の変化を抑制する。即ち、B、Cを所定の定数として、 $B \cdot Tx > Wm(t) > C \cdot Tx$ なる制限を加える。

【0033】この制限レベルを図5中に示す。B、Cの値は例えばBが2前後、Cが0.5前後であることが多いが、選択された音楽の種類によっても、また、聞く人\*

$$Wm'(t) = E \cdot (Wh(t) + F \cdot \Delta H(t)) \quad \dots (3)$$

を求める。ここでE、Fは定数である。Eは1でもよいが、例えば $1/2$ や2や3として、半分、2倍、3倍のテンポで音楽を再生してもよい。この場合、半分、2倍、3倍のペースで運動するという意味ではなく、音楽の $1/2$ 拍、2拍、3拍に運動の1動作を合わせるとい★40

$$Wm''(t) = \alpha \cdot Tx + (1 - \alpha) Wm'(t) \quad \dots (4)$$

を計算して求めた $Wm''(t)$ にもとづき音楽を再生してもよい。ここで $\alpha$ を0とすれば、脈拍を目標に近づけるための補正( $F \cdot \Delta H(t)$ )を、運動のテンポ $Wh(t)$ に加えただけの補正による再生となり、 $\alpha$ を1とすれば音楽のもとのテンポ $Tx$ による再生となる。

【0035】 $\alpha$ は入力手段33から入力設定して、一定値としてもよいし、またあらかじめ定めたパターン、例えば、スタート直後のウォーミングアップ中には $\alpha = 1$ とし、時間の経過とともに希望に応じて小さな値とし、

\*ナスは $HBd(t) < HB(t)$ の状態を示している。縦軸は出力される音楽のテンポ $Wm(t)$ を示し、 $\Delta H$ がゼロのとき $Wm(t) = D \cdot Wh(t)$ となる。ここでDは前述のDと同じであるが、図5に記載の特性線は $D = 1$ の場合の線である。運動のテンポ $Wh(t)$ は勿論、変数である。運動のテンポ $Wh(t)$ が変われば図5の特性線は上下に移動する。 $Tx$ は選択した音楽の本来のテンポで定数である。そして使用される音楽は、使用者が自分が行う運動に適していると考えて選んだものなので、もともと本来のテンポ $Tx$ と運動のテンポ $Wh(t)$ にはそれ程大きい差はないのである。

【0031】図5のグラフの傾斜Aは、例えば最初に入力した運動の強度に応じてきつくなる。なお、テンポを変えて再生しても音程は狂わないようにしておくことはいうまでもない。また、図中の線 $B \cdot Tx$ と $C \cdot Tx$ とは、実施の形態2で説明する出力テンポ $Wm(t)$ の変化範囲の制限を示している。表示装置34には各入力情報を確認のため表示したり、運動の残り時間や、現在の脈拍数、目標脈拍数とその差、曲名、などを表示する。

【0032】実施の形態2. 実施の形態1において示した(2)式

※の感性によっても変わるので特にいくつかであると決まるものではない。テンポ補正制限回路45は実施の形態1の場合だけでなく、以下に説明する他の形態でも使用できることは言うまでもない。

【0034】実施の形態3. 実施の形態3による運動支援装置の制御回路を図7に示す。実施の形態1の場合、運動している途中で音楽のテンポが変わるが、場合によっては、音楽が本来のテンポ $Tx$ のまま(極めて近いテンポ)で聞けるほうが快適であることもある。そこで、図7に示すテンポ補正量演算回路38Cで

★う意味である。次に、重み付け演算回路46により、本来のテンポ $Tx$ と前記補正されたテンポ $Wm'(t)$ との間で、0~1の数 $\alpha$ を重み付け係数、また $Wm''(t)$ を改めて出力テンポとし、

クールダウン時には再びその希望値から、徐々に1に戻すような制御を自動的に行ってもよい。これを重み係数のプログラム制御と称する。なお、前記(3)式の $Wm'(t)$ の代わりに、実施の形態1で求めた $Wm(t)$ を用いてもよい。

【0036】実施の形態4. 実施の形態3では、使用者は重み係数の設定を変更することで出力される音楽のテンポを変更することができる。しかし、例えば音楽を楽しく聞くために、もっと積極的に音楽の再生テンポを好



みに合わせて選択したいという要求がある場合がある。  
そこで、図7の重み付け補正回路46により(4)式の\*

$$Wm' (t) = Wm' (t) + k (\beta \cdot Tx - Wm' (t)) \dots (5)$$

ここで $Wm' (t)$ は、実施の形態3の(3)式に示す  
ものと同じで、 $E=1$ としたものである。また、 $k$ はゲ  
インを示し所定の定数である。 $\beta \cdot Tx$ は使用者が望ん  
でいる音楽のテンポを表している。 $\beta$ は実施の形態3の  
 $\alpha$ と同様に、入力手段33から入力設定して、一定値と  
してもよいし、またあらかじめ定めたパターン、例え  
ば、スタート直後のウォーミングアップ中には $\beta=1$ と  
し、時間の経過とともに希望に応じて小さな値とし、ク  
ールダウン時には再びその希望値から、徐々に1に戻す  
ような制御を自動的に行ってもよい。

【0037】実施の形態5. 以上の説明では音楽のデー  
タは特にどんな形式のものでなければならぬという制約  
なしに説明したので、そのテンポの制御は、音譜と音譜  
との間の時間を延ばしたり、縮めたりする趣旨で説明し  
た。しかし、音楽データがいわゆるMIDIデータであ  
る場合には、全ての音譜の時間間隔が事前にわかるの  
で、拍数を基準として、音譜と音譜との間隔を各音譜ご

$$\begin{aligned} Wm(t) &= D \cdot Wh(t) + A \cdot \Delta H(t) \cdot Tx \\ &= D \cdot Wh(t) + A \cdot [HBd(t) - HB(t)] \cdot Tx \\ &\dots (2) \end{aligned}$$

と同じ演算を行い、このテンポをもとに位相制御角 $\beta$   
は、 $Y$ を係数として $\beta = Y \cdot (Wm(t) / Tx)$ と  
して算出し、MIDIデータの位相に加算して補正す  
る。

【0039】また、他の方法として、運動センサ31の  
検出する運動テンポ信号のタイミングと、出力している  
音楽のテンポのタイミングとの位相差情報を求め、この  
位相差を減らす／増やす方向に音楽の位相を進める／遅  
らせるようにしてもよい。即ち、運動位相検出手段は音  
楽データの音譜の出力タイミングと使用者の運動の動作  
タイミングとの時間差を音楽データのテンポに対する運  
動の位相として検出するのである。なお、各実施の形態  
の説明に於いて、回路と称するものはこの発明に言う手  
段と同意である。また、音楽データはCDやMDなどの  
記憶媒体に記憶されたものでも、また、電話や放送によ  
って刻々と送り込まれるものでもよい。

【0040】以上に説明した各実施の形態の運動支援装  
置は、例えば携帯電話機の函の内部に収納し、携帯電話  
(インターネットなど)で取り込んだ音楽データをメモ  
リに記憶できるように構成しておく、人気の高い最新  
の音楽データによる運動が可能となり、更に楽しく扱う  
ことができるものとなる。また、電子回路の一部を携帯  
電話用電子回路と共有すれば、より安価に構成すること  
ができる。

【0041】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明の運動  
支援装置は、目標脈拍数と現在の脈拍数との差に基づ

\*補正を行う代わりに、下記の式(5)による補正を行っ  
てもよい。

$$Wm' (t) = Wm' (t) + k (\beta \cdot Tx - Wm' (t)) \dots (5)$$

※とに制御する(位相制御する)ようにしてもよい。ま  
た、音譜ごとに時間間隔が変わると違和感を覚える場  
合、小節ごとに位相を制御してもよい。

【0038】図8に位相制御による運動支援装置の説明  
用機能回路図を示す。図に於いて、音楽データ53はM  
IDI形式で構成され、音譜ごとの時間間隔が位相デー  
タとして出力される。31bは運動センサ31の出力を  
もとに運動の位相(またはステップ毎の時間)を検出す  
る位相検出回路である。運動センサ31と位相検出回路  
31bとで、運動位相検出手段を構成する。38Xは位  
相補正量演算回路であり、音楽データ53の音譜ごとの  
位相を補正する。38Yは位相補正量演算回路38Xに  
よって補正された位相にもとづきもとの音楽データを補  
正する音楽データの補正回路である。図8の場合、位相  
補正量演算回路38Xは実施の形態1の図3のテンポ補  
正量演算回路38aの演算した

き、使用者の現在の運動のテンポを基準として出力する  
音楽のテンポを補正しているので、楽しく音楽を聞きな  
がら、効果的な運動ができるという効果が得られる。

【0042】また、目標脈拍数と現在の脈拍数との差に  
基づき制御したテンポと、音楽のもとのテンポとを重み  
付け加算して、音楽テンポを決定しているので、使用者  
にかかる負荷の制御が可能である。

【0043】また、重み付け係数は使用者が任意に設定  
できるので、使用者の当日の体調や気分に合わせて制御  
ができる。

【0044】また、重み付け係数はあらかじめ定めたパ  
ターンによるプログラム制御が出来るので、ウォーミン  
グアップやクールダウンに適した制御ができる。

【0045】また、補正した音楽のテンポを音楽のもとの  
テンポの所定倍数以内に制限するテンポ補正量制限回  
路を備えているので、違和感なく楽しく運動ができる。

【0046】また、音楽の本来のテンポを重視した設定  
で音楽を再生し、楽しむことが出来る。

【0047】また、音楽データがMIDI形式のデータ  
である場合、音譜ごとの位相を補正する位相補正量演算  
手段を備えているので、使用者が体を動かすタイミング  
に合わせた音楽の制御が可能となり、違和感の少ない、  
音楽制御が可能になる。

【0048】また、携帯電話器の函内に組み込まれてい  
るので、携帯して運動するのに便利であり、また、最新  
の音楽データを取り込みやすいという効果がある。

【図面の簡単な説明】



【図1】 この発明による運動支援装置のシステム構成を示すブロック図である。

【図2】 図1の運動支援装置の使用状態説明図である。

【図3】 図1の装置の機能回路図である。

【図4】 図3の回路の動作を説明する信号形態図である。

【図5】 図3の回路の特性図である。

【図6】 実施の形態2の運動支援装置の機能回路図である。

【図7】 実施の形態3の運動支援装置の機能回路図である。

【図8】 実施の形態4の運動支援装置の機能回路図で\*

\*ある。

【図9】 従来の運動支援装置のブロック図である。

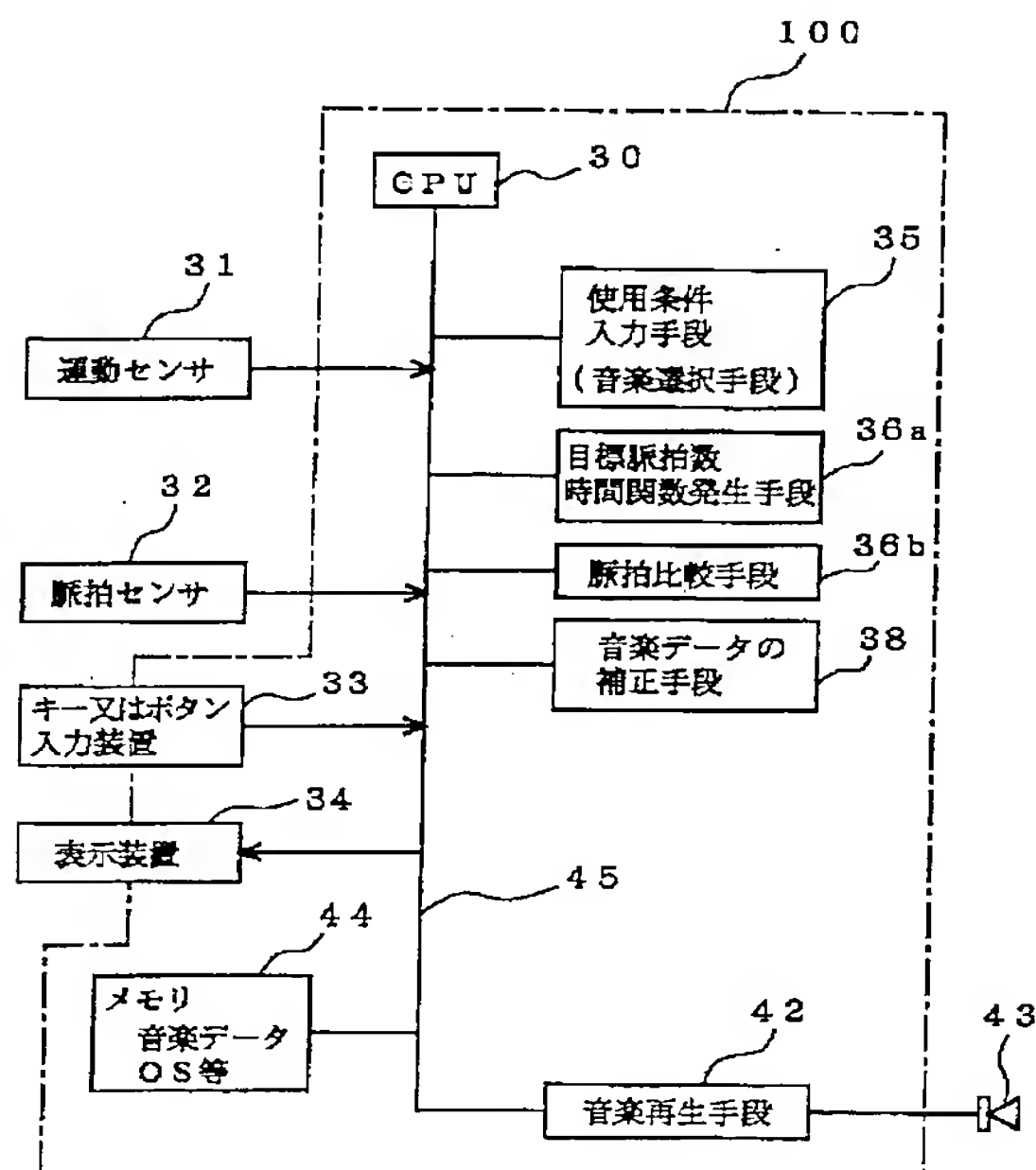
【図10】 図8の運動支援装置の使用状態説明図である。

【符号の説明】

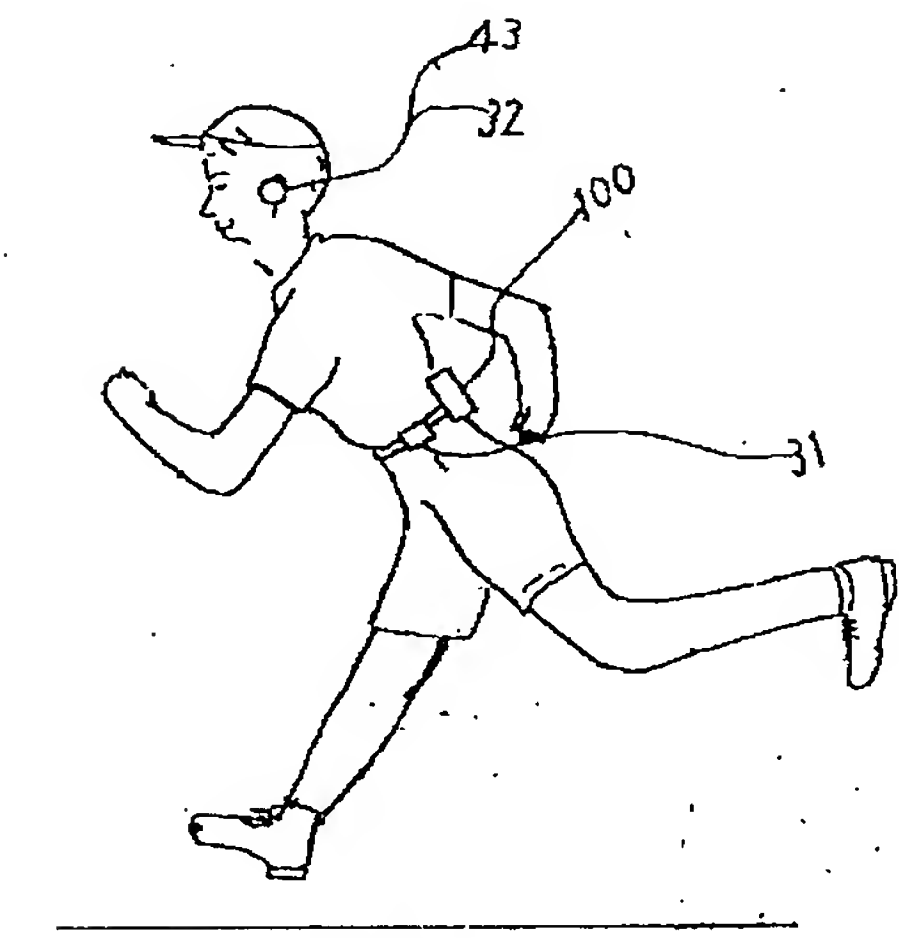
31 運動センサ、 32 脈拍センサ、 33 入力装置、 34 表示装置、 35 使用条件入力手段、 36a 目標脈拍数時間関数発生手段、 36b 比較手段、 38a、38c テンポ補正量演算手段、 38b 音楽データの補正手段、 43 発音器、 45 テンポ補正量制限回路、 46 テンポの重み付け演算回路。

10

【図1】

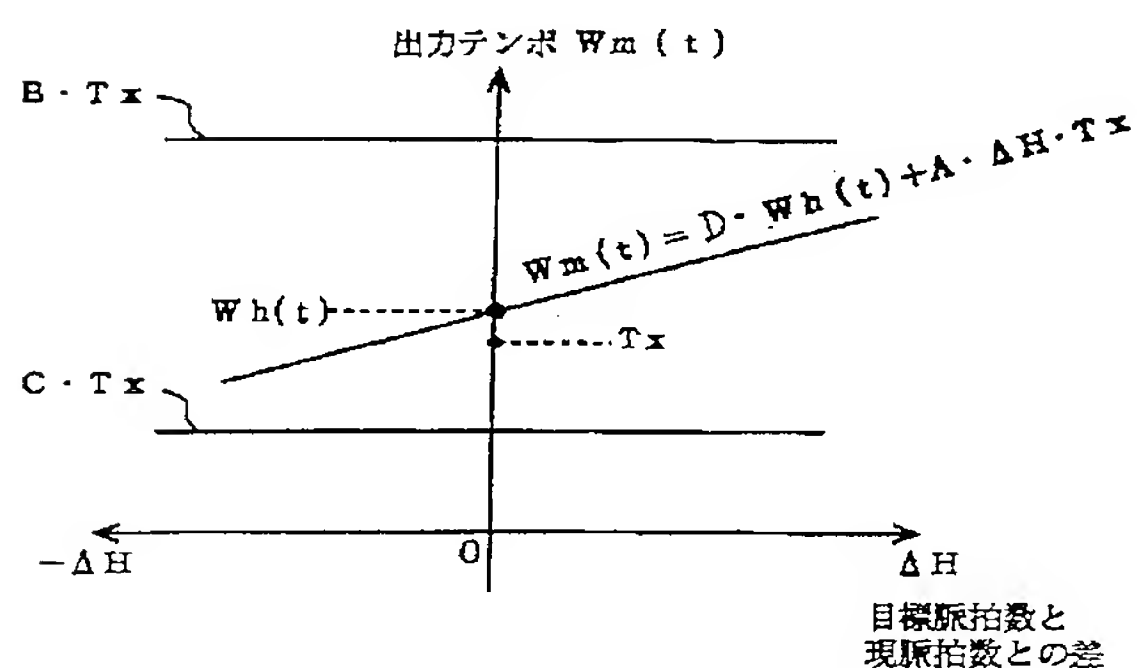


【図2】

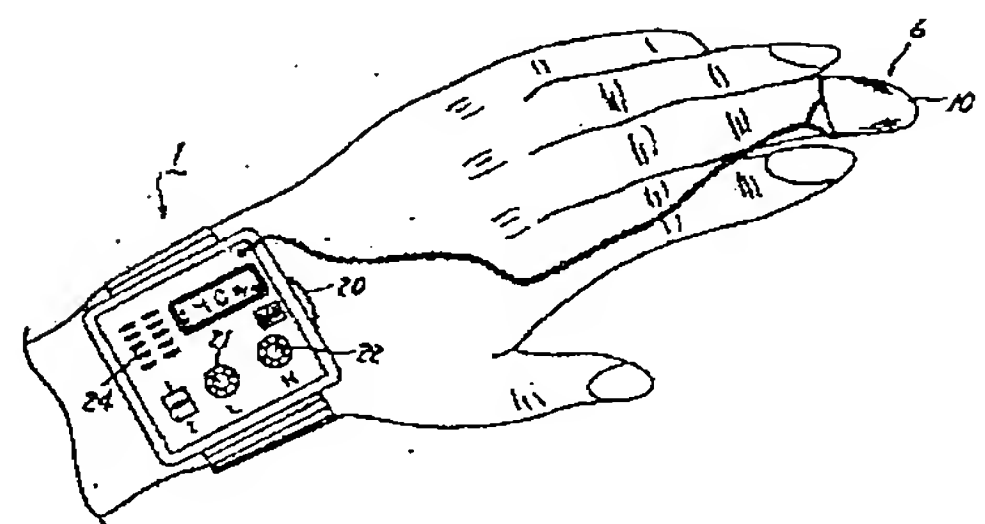


31 : 運動センサ  
32 : 脈拍センサ  
43 : イヤホン  
100 : 運動支援装置

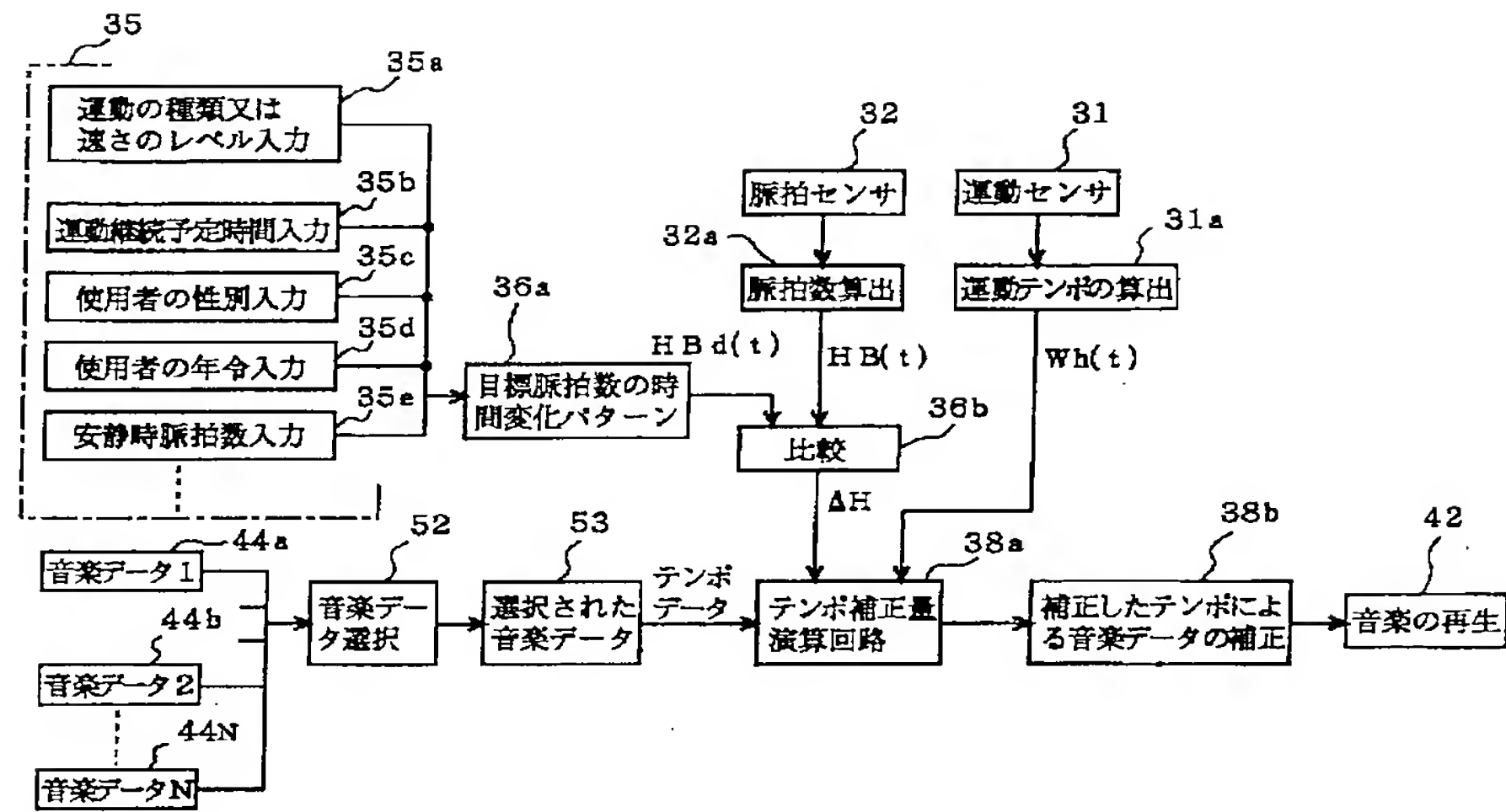
【図5】



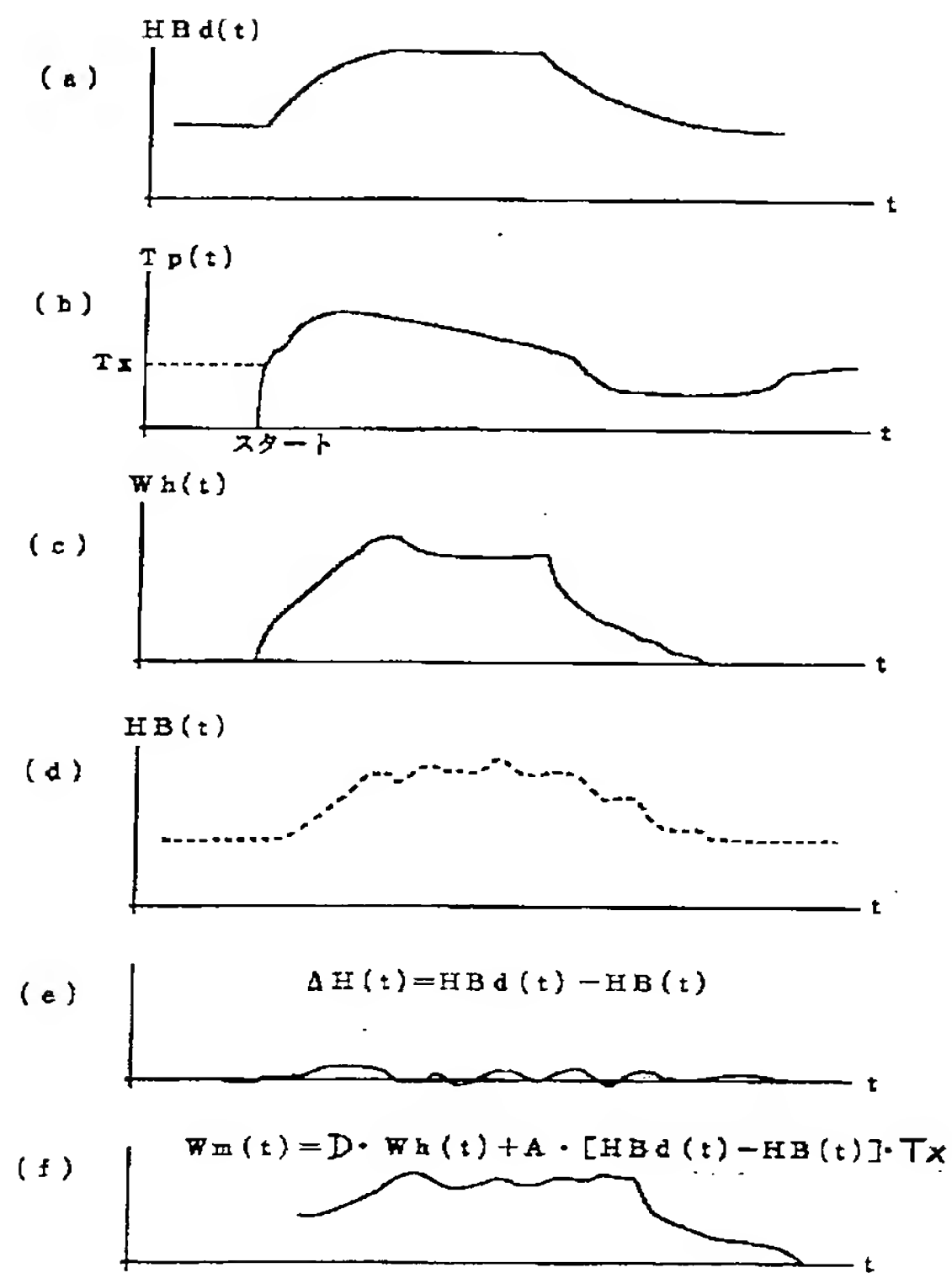
【図10】



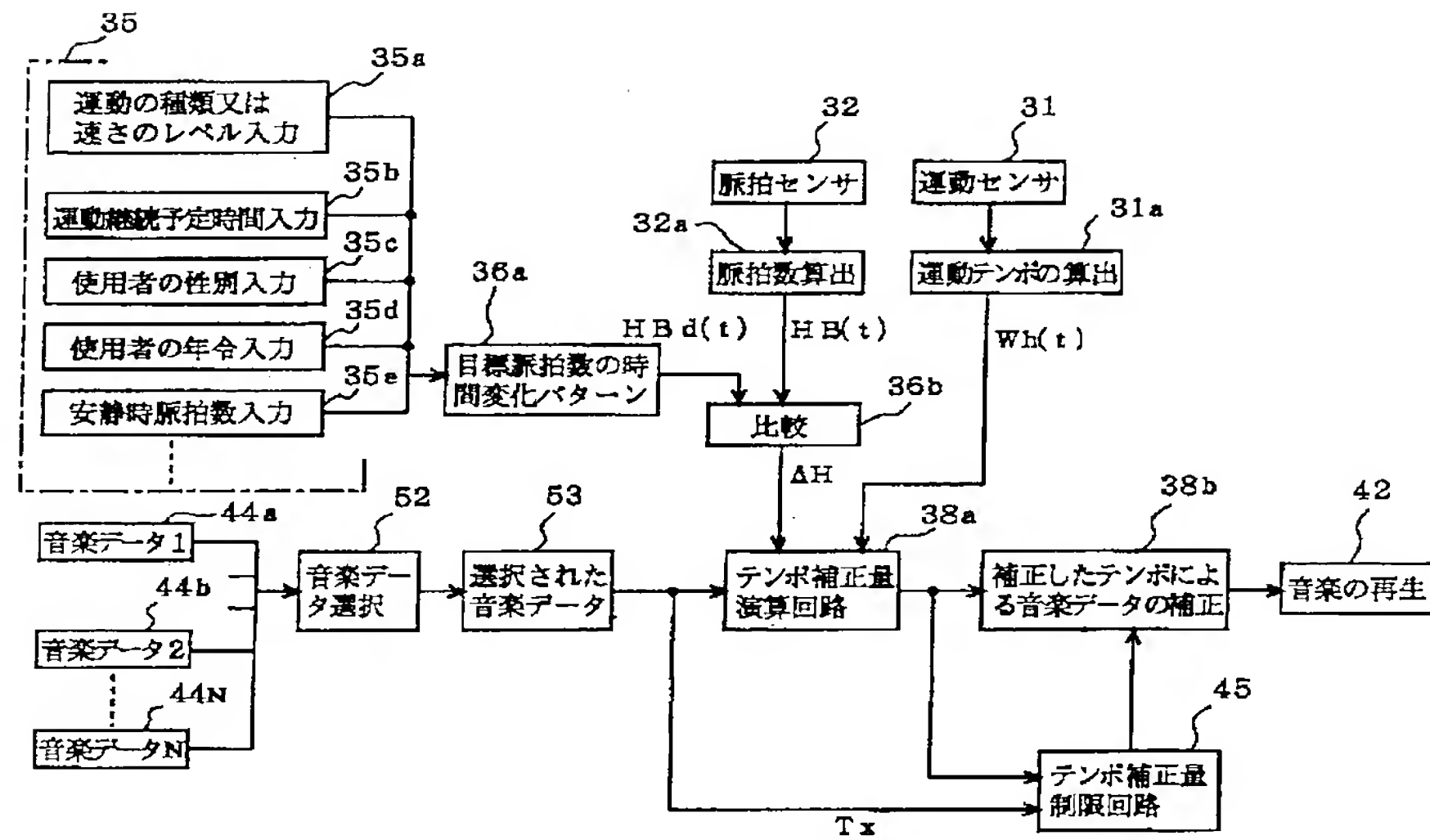
【図3】



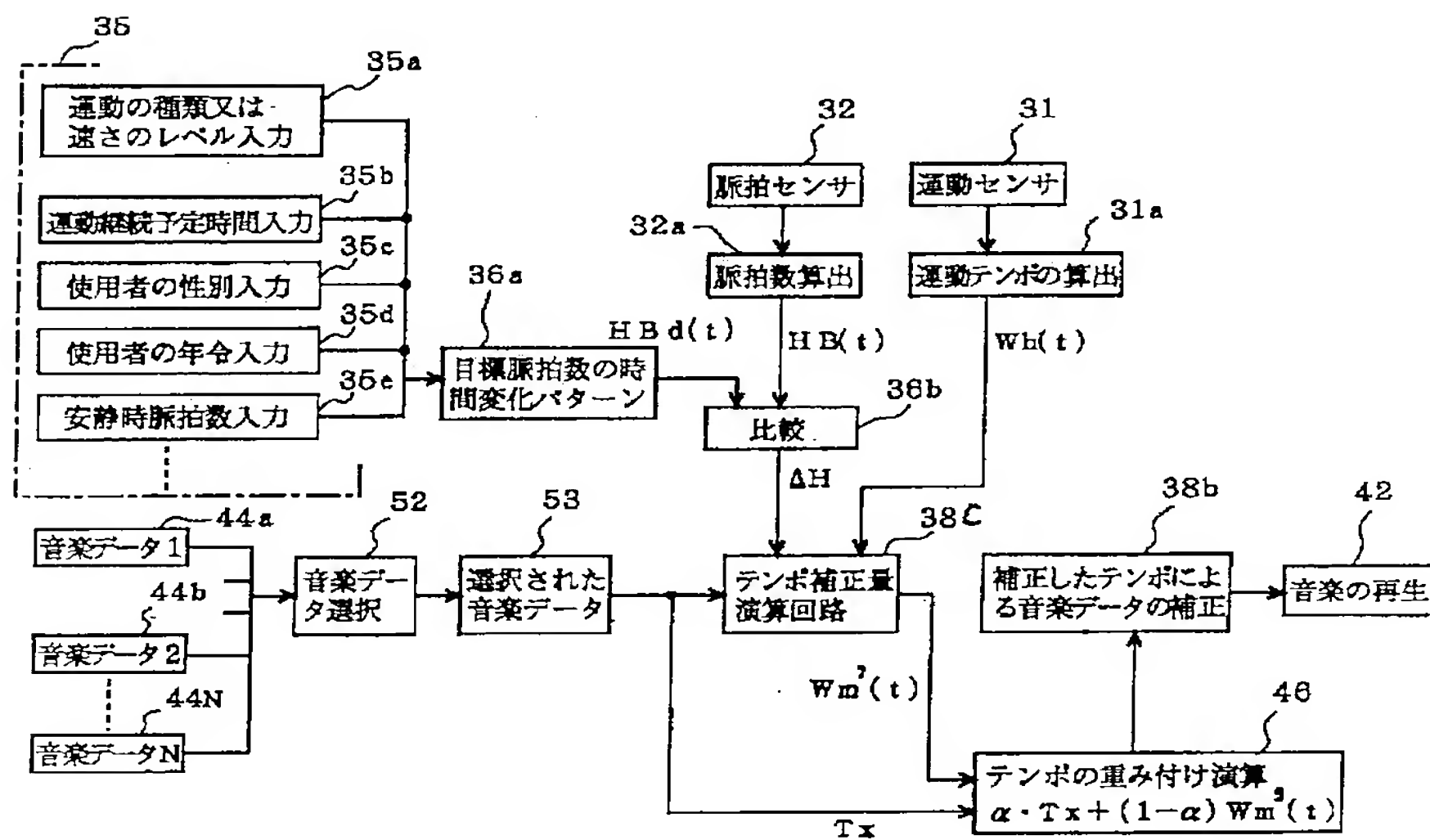
【図4】



【図6】

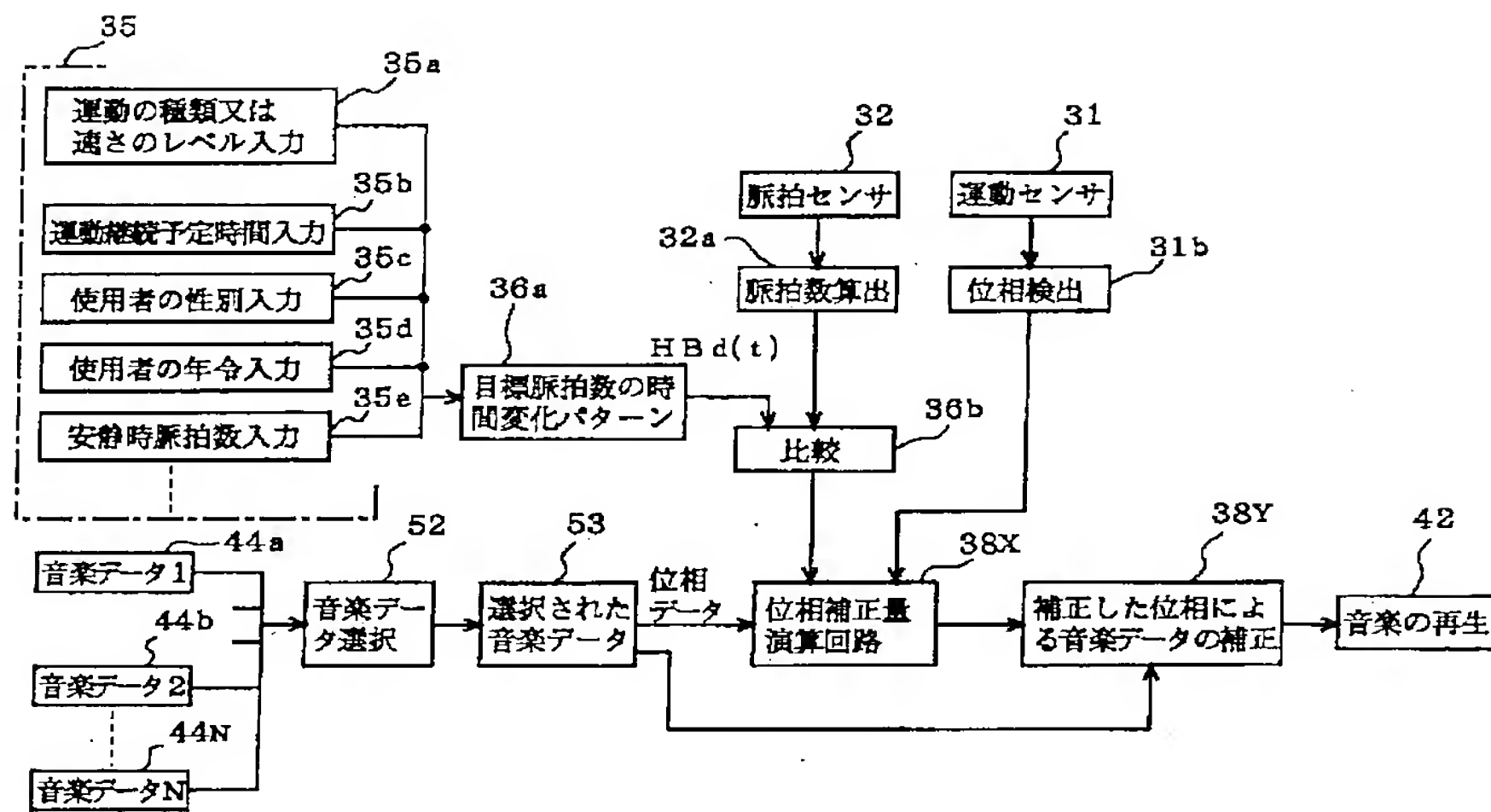


【図7】

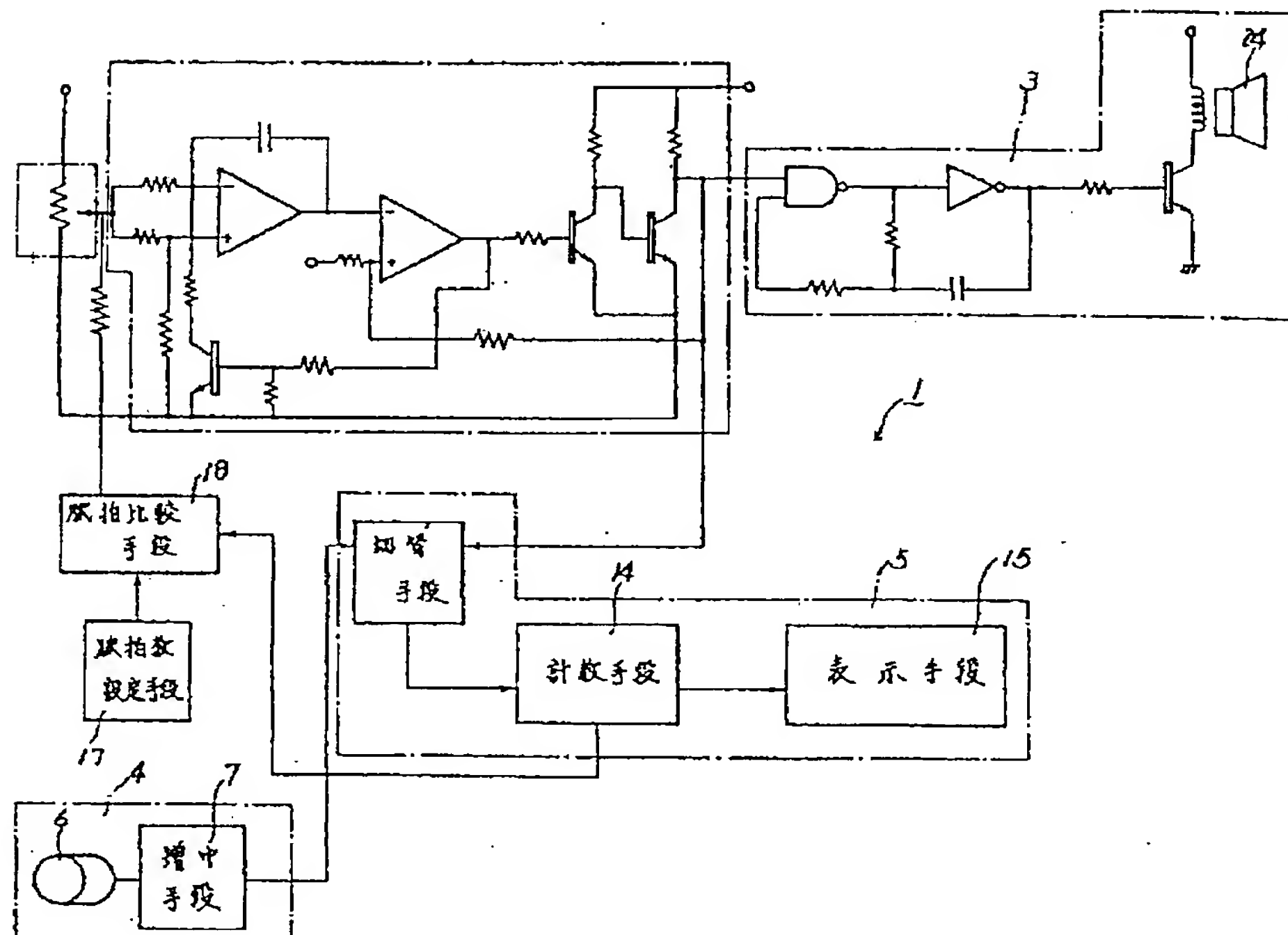




【图 8】



【图9】



フロントページの続き

(72)発明者 坂口 貴司  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 平澤 宏祐  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(12)

特開 2 0 0 1 - 2 9 9 9 8 0

(72)発明者 三宅 美博  
神奈川県横浜市緑区長津田町4259

F ターム(参考) 5D378 MM12 MM16 MM22 MM65 SF00